



EL GTP COM A MÈTODE PER AL DISSENY D'UNITATS DE PAISATGE

Josep M Serra*, Albert Pèlachs**

Miquel Ninyerola*, Jordi Llorens, Jordi Cristòbal** i Ana Vera****

* Unitat de Botànica, Facultat de Biociències, Universitat Autònoma de Barcelona

**Grup de Recerca en Àrees de Muntanya i Paisatge (GRAMP), departament de Geografia de la Universitat Autònoma de Barcelona

1. Introducció

A partir de la Convenció Europea del Paisatge (2000), la llei del paisatge de Catalunya (8/2005, de 8 de juny, de protecció, gestió i ordenació del paisatge) defineix paisatge, com “qualsevol part del territori, tal com la col·lectivitat la percep, el caràcter de la qual resulta de l'acció de factors naturals o humans i de llurs interrelacions”. Per tant, el paisatge seria l'estat actual d'una evolució –indefinidament- inacabada basada en la relació entre la societat i el medi natural (hibridació), evolució que es representa per la combinació dinàmica que s'estableix entre elements abiòtics, elements biòtics i elements antròpics així com la percepció que els humans tenim d'aquesta combinació.

Però per arribar a aquesta consideració ha calgut que durant bona part del segle XX la geografia hagi tractat el paisatge com un terme global lligat tant a aspectes de tipus natural com a la voluntat humana de modelar-lo. La influència dels estudis de geografia rural de la geografia regional francesa va fer que el concepte de paisatge s'identifiqués amb el de regió. D'aquí que l'explicació de les relacions entre la societat i el medi natural en el món agrari es convertissin en moltes ocasions en sinònim de *pays*. D'aquí que l'estudi del paisatge es fes a partir de l'anàlisi del paisatge humà o cultural fonamentat en fonts històriques (documentació sobre conreus, mètodes i estructura agrària, cadastres i amillaments), cartogràfiques i estadístiques (terra i producció agrícola), però també l'estudi del paisatge natural a partir de l'estudi de la forma (geomorfologia) i els seus principals components (vegetació, sòls, climatologia, etc.). Per tant, la caracterització d'un paisatge rural depenia –a priori- tant dels valors naturals com dels culturals tot i que sovint el seu tractament és fes de forma dual i separada.

La definició dual del paisatge serà la base d'un conflicte triple que es produeix entre els que defensen que el paisatge només es pot afrontar des de la percepció subjectiva (visió artística), els que pensen que el seu estudi pot ser objectiu ha de defugir tota subjectivitat (visió ecologista o naturalística) i els que pensen que cal combinar les dues posicions, ja que no són excloents (visió geogràfica) (PÈLACHS, 2006).

La voluntat geogràfica per acabar amb aquesta dualitat i entendre tot l'espai geogràfic d'una forma global es pot fer a partir de la proposta feta per Georges Bertrand basada en l'estudi del Geosistema, del Territori i del Paisatge (GTP) (BERTRAND, 2001; BERTRAND i BERTRAND, 2002). El plantejament consisteix a considerar un gradient d'artificialització o d'antropització del territori situant en un extrem l'àmbit natural o físic i en l'altre el social o metafísic. L'ambient social no es pot separar del biosfísic i el GTP serveix per explicar tres categories espai/temps diferents però complementàries que serveixen per definir l'espai geogràfic:

- a) El Geosistema analitza l'element natural bàsic del sistema aquell que es percep i té una funció d'ús com a font (*source*, en francès). Aquesta dimensió espai/temps

interpreta el grau de naturalitat del sistema i explica el comportament del sistema natural.

- b) El Territori analitza els registres socioeconòmics de l'espai geogràfic, els recursos (*ressource*, en francès). És la dimensió espai/temps que mesura el grau d'artificialització i explica el comportament del sistema a partir de la implantació i evolució de les activitats humanes.
- c) El Paisatge representa l'entrada sociocultural del sistema ambiental, el recurs natural després de ser filtrat per la cultura que adquireix un seguit de valors simbòlics (*ressourcement*, en francès) i que es basa en un procés d'artificialització (*artificialisation*, en francès). La consideració dels valors culturals i patrimonials en la valoració del paisatge.

No obstant, fins ara no hi ha gaire treballs que integrin aquest triple plantejament per la complexitat que suposa fer-ho. Així l'objectiu principal d'aquesta comunicació és mostrar de quina manera i en base a quins plantejaments s'ha concebut una selecció de variables explicatives del GTP, totes cartografiables i amb la finalitat que serveixin per a la discussió sobre com afrontar la protecció, gestió i ordenació del paisatge des d'un punt de vista integrador i no excloent.

2. Àmbit d'estudi

Totes les propostes d'explicació del model GTP estan fetes a l'entorn del Parc Natural de l'Alt Pirineu (PNAP) que és el parc natural més extens de Catalunya (69.850 ha) i que va ser creat l'any 2003 si bé l'àmbit d'estudi inclou també la seva àrea d'influència i en total s'han analitzat 123601,8 ha. Les característiques ambientals d'aquest àmbit de muntanya pirinenca fan que sigui un territori especialment adequat per a l'estudi de la dinàmica territorial i l'evolució del paisatge, ja que es tracta d'una zona amb gran variabilitat interna resultat de múltiples factors naturals i humans (Figura 1).

3. Material i mètode

La selecció de variables i la cartografia associada es farà distingint les diferents parts GTP de l'espai geogràfic amb el benentès que el seu tractament final per a la identificació d'unitats de paisatge ha de ser global. Tot i que en l'estudi del paisatge l'objectiu determina l'anàlisi i per aquest raó l'adaptació cartogràfica d'aquest mètode pot ser parcial i acotada per a cadascuna de les parts del GTP. Per a què aquest mètode sigui vàlid totes les variables que participen de l'anàlisi han de ser georeferenciables i s'han de poder organitzar en un sistema d'informació geogràfica (SIG), independentment de si són quantitatives o qualitatives (PÈLACHS, *et al.*, en premsa).

3.1 El Geosistema

L'estudi del Geosistema s'ha fet a partir d'una aproximació biofísica del paisatge ja que l'objectiu és establir un marc topoclimàtic a partir del qual poder determinar la influència humana atorgant-li un paper important però no totalment decisiu.

La metodologia seguida es basa en el concepte de Tipologia Funcional del Paisatge (TFP), que rau en el comportament físic i ecològic del paisatge. La TFP es defineix com a àrees del territori on es donen unes característiques topogràfiques, climàtiques i

fisiognòmiques similars i per tant, es preveuen respostes similars dels sistemes ecològics davant pertorbacions i canvis en el medi (SERRA *et al.*, en premsa).

3.1.1 Selecció de variables

Les variables seleccionades per caracteritzar la topografia són: el **Pendent (PEND)** i la **curvatura del terreny (CURV)**: variables derivades a partir d'un Model Digital d'Elevacions (MDE) de 30 metres mitjançant eines bàsiques de SIG. També s'ha considerat la **Radiació solar (RSR)** com a variable del terreny, ja que aquesta ens informa sobre l'energia que entra en el sistema, però integra i matisa aspectes com l'orientació, el pendent i les ombres projectades. Per al càlcul de la radiació s'han fet servir els mapes elaborats per l'Atles Climàtic Digital de Catalunya (NINYEROLA *et al.*, 2000).

De les variables climàtiques es va seleccionar la **precipitació mitjana anual (PMA)**, el **dèficit hídric anual (BHI)** i l'**amplitud tèrmica (AT)**, també a partir de l'Atles Climàtic Digital de Catalunya. Les dades mensuals de les estacions meteorològiques s'han combinat amb l'altitud, la latitud, la distància al mar, la radiació solar i la curvatura del terreny. La validació creuada ens mostra que els millors mapes tenen un RMSE entre 6 i 20 mm de precipitació i 0,8-1,5 °C (temperatures: mitjanes de les mínimes, mitjanes i màximes). El càlcul del dèficit hídric es basa en la diferència entre precipitació mitjana anual i l'evapotranspiració potencial [PMA-ETP]. L'evapotranspiració potencial ha estat calculada pel mètode de Turc (ALLEN *et al.*, 1998), ja que entre els mètodes existents de càlcul no n'hi ha cap d'específic pel clima mediterrani i segons PRAT (2004) aquest és el que més s'ajusta a la distribució espacial de la ETP de l'Atles Climàtic Digital de Catalunya.

En aquesta part de l'estudi també s'han considerat les característiques de la vegetació i la coberta del sòl. Per això, s'han fet servir variables de teledetecció, basades en tres índexs diferents que expliquen les característiques físiques que es donen en una coberta del sòl: **índex d'humitat (HUM)**, **temperatura superficial terrestre (TST)** i l'**índex de vegetació de diferència normalitzada (NDVI)** que informa sobre l'estat fenològic de la vegetació. L'obtenció dels índexs de teledetecció ha estat possible gràcies al càlcul corresponent als compostos anuals i mensuals de cadascuna de les variables. Aquests han estat obtinguts mitjançant imatges Landsat-5 TM y Landsat-7 ETM+ durant el període 2002-2006. Imatges corregides geomètricament, RMS > 30 m (PALÀ i PONS, 1995) i radiomètricament (PONS i SOLÉ-SUGRAÑES, 1994; VALOR *et al.* 2000).

L'alta correlació entre aquests índexs va fer necessària una anàlisi de components principals (ACP), que va reduir els tres índexs a dues components principals amb valors propis (*eigen values*) superiors a 1, que expliquen el 87% de la variabilitat.

3.1.2 Delimitació de Tipologies Funcionals del Paisatge (TFP)

Una anàlisi clúster ha permès agrupar cadascun dels píxels de les imatges definint d'aquesta manera un conjunt de píxels amb una alta cohesió interna respecte de les variables definides, i per tant una zona homogènia pel que fa a les condicions ambientals, que a més sigui diferent de les altres zones definides (aïllament extern del grup). Aquesta tècnica ha estat possible mitjançant el mòdul IsoMM implementat en el

SIG Miramon (PONS, 2000) segons el mètode clàssic ISODATA (DUDA i HART, 1973; SERRA *et al.*, en premsa).

Un cop realitzada la classificació s'ha dut a terme una validació de camp mitjançant zones de control. Aquestes es defineixen com a àrees del territori de les quals es tenen un coneixement exhaustiu i que serveixen per validar la classificació realitzada. Aquestes varen ser escollides en funció de la seva representativitat i repartides pel conjunt del Parc Natural de l'Alt Pirineu. La comprovació va resultar concordant amb la classificació estadística realitzada en termes de vegetació majoritària i de distribució de patrons solana/obaga.

3.1.3 Creació de la llegenda jeràrquica

Mitjançant els resultats obtinguts de la classificació ISOMM, es va realitzar una segona anàlisi clúster per el centroide (condicions mitjanes) de cadascuna de les Tipologies Funcionals de Paisatge.

Aquesta segona anàlisi es va realitzar mitjançant el mètode de Ward (*tree-joining-Ward's Method*; Ward, 1963) mitjançant el programari STATISTICA v.6.0. Aquesta anàlisi ha estat realitzada a partir d'una matriu de dissimilaritats entre les diferents TFP. La utilització d'aquesta tècnica rau en l'ús de variàncies en comptes de distàncies euclidianes per avaluar distàncies entre clústers, evitant així problemes de concatenació.

3.1.4 Organització funcional i estructura del paisatge

Posteriorment, s'ha procedit a la identificació i caracterització de cadascuna de les TFP, descrivint les seves característiques topogràfiques i climàtiques així com la seva distribució geogràfica. També s'hi ha afegit informació provinent d'altres capes com el mapa de cobertes del sol de Catalunya (GENERALITAT DE CATALUNYA i CREAM, 1993) i el mapa dels hàbitats de Catalunya (GENERALITAT DE CATALUNYA i UNIVERSITAT DE BARCELONA, 2005). A més de diferents estadístics d'ecologia del paisatge per comprendre l'estructura paisatgística de l'àmbit d'estudi que s'han fet a partir de l'estudi del canvi de cobertes fet a l'anàlisi de la dinàmica territorial.

3.2 El territori

L'estudi del territori s'ha fet a partir d'una aproximació a la realitat socioeconòmica actual i passada. La primera ha estat directa i s'ha fet utilitzant les variables socioeconòmiques disponibles. La segona ha estat indirecta i s'ha fet analitzant la dinàmica del territori (PÈLACHS *et al.*, en premsa).

3.2.1 L'anàlisi de taxonomies territorials

L'anàlisi de taxonomies territorials ha servit per interpretar la realitat socioeconòmica actual, que ha permès crear un conjunt d'àrees homogènies des d'un punt de vista socioeconòmic a partir dels SIG i l'anàlisi factorial (VERA, 2007).

Les variables alfanumèriques s'han extret del cens de l'Institut d'Estadística de Catalunya (<<http://www.idescat.es>>, 1-6-2007), del cens agrari i dels cens d'habitatge (INSTITUT D'ESTADISTICA DE CATALUNYA, 2007). Per a l'estudi de les

variables espacials s'han fet servir les disponibles al web del departament de medi ambient de la Generalitat de Catalunya (<http://www.gencat.es/mediamb/sig/bases.htm>), 1-6-2007).

3.2.1.1 Creació de la base de dades per a l'anàlisi

La base de dades original és troba en format de full de càlcul d'Excel 2000. La validació de la mateixa es va realitzar amb el programa SPSS v13.0 per a Windows i, finalment l'anàlisi estadístic s'ha dut a terme amb el programa SAS v.9.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.).

Un cop implementada la base de dades, s'ha procedit a la transformació i validació de les mateixes per tal d'evitar errors i inconsistència dels resultats: a) comprovació de la no existència de valors estranys a la base de dades, valors fora de rang i categories no vàlides; b) recodificació de valors incorrectes en cas necessari; c) construcció de noves variables formades a partir de les variables desestimades. Un cop perfilada la base de dades s'aplica l'anàlisi factorial.

El nombre total de variables a l'inici de l'estudi va ser de 204 variables i un cop depurada són 127, que es classifiquen de forma resultant en sis blocs diferenciats: 1 variables demogràfiques i econòmiques, 2 variables socials, 3: variables referents al sector industrial i comercial, 4 variables referents al sector agrari, 5 variables referents al sector ramader, 6 variables espacials (VERA, 2007).

3.2.1.2 L'anàlisi factorial

Una vegada recopilades totes les variables de l'estudi i realitzada la corresponent validació de la base de dades, s'han aplicat les tècniques d'anàlisi multivariant, en concret Anàlisi Factorial (NORUSIS, 1994). Les tres grans fases són les següents: a) la fase inicial, la construcció de les matrius de correlació, i la validació extracció dels factors; b) la fase mitja, rotació Varimax dels factors obtinguts en la fase inicial; i c) la fase final, extracció de les puntuacions factorials i representació cartogràfica dels factors per a cadascun dels municipis. Així, es redueix la dimensió de la matriu de les 127 variables als 6 factors, però conservant alhora la màxima informació possible (VERA, 2007).

3.2.2 *El canvi d'usos del sòl per a l'estudi de dinàmica territorial*

L'anàlisi del Canvi d'usos del sòl ha servit per incorporar la dinàmica socioeconòmica passada i conèixer amb millor precisió la dinàmica territorial de la zona d'estudi. Per fer-ho s'ha fet servir la fotointerpretació de l'orfofotografia de l'any 1956-57 per tal de destacar el canvi entre mitjan segle XX i l'actualitat. L'objectiu principal ha estat trobar les diferències més significatives entre els moments de canvi de l'any 1956 i 1993.

3.2.2.1 La fotografia aèria de l'any 1956-1957

Les imatges s'han corregit geomètricament mitjançant tècniques avançades basades en polinomis de primer considerant el relleu a través d'un model digital d'elevacions (PALÀ i PONS, 1995) implementat en el SIG MiraMon (PONS, 2000). Les imatges s'han corregit amb una resolució espacial d'1 metres i s'han reprojectat en el sistema de

projecció cartogràfic UTM fus 31 N. Per a cada fotografia s'ha fet servir una mitjana d'entre 16-20 punts de control obtinguts de les ortofotografies de l'ICC. L'error mitjà quadràtic obtingut (RMS) en la correcció geomètrica ha estat de 2,5 metres. Una vegada s'ha dut a terme el procés d'ortorectificació s'ha procedit a mosaicar el conjunt d'imatges que conformen l'àrea d'estudi (més informació a BADIA *et al.*, en aquest mateix congrés).

3.2.2.2 La dinàmica de les cobertes dels darrers 50 anys

Una vegada ja es disposa de l'Ortofotomapa de l'any 1956 és el moment de procedir a la fotointerpretació de les cobertes del sòl i la seva comparació amb el mapa de cobertes de l'any 1993, a partir de dues tasques:

- a) Digitalitzar els polígons, de manera que s'identifiquin les diferents cobertes del sòl damunt la fotografia per acabar tenint el conjunt de categories que al final constituirà el mapa. L'àrea mínima de digitalització ha estat de 500 m² a l'igual que el Mapa de Cobertes del sòl de l'any 1993.
- b) Etiquetar els polígons de manera que cada unitat identificada li correspongui un codi que representi una categoria (en forma d'etiqueta) que es pugui vincular a qualsevol base de dades de manera que la informació disponible sigui introduïda en el mapa.

En base el mapa de Cobertes del sòl de l'any 1993 s'han escollit les diferents categories de cobertes que havia de tenir el mapa de cobertes de l'any 1956, per tal de comparar les dades i analitzar les dinàmiques produïdes durant aquestes dècades. Les categories de la llegenda final són les següents:

- 1) Agrícola actiu: terrenys sembrats i, per tant, explotats en el moment de realitzar la fotografia. Correspon a la categoria de Conreus del mapa de Cobertes del sòl de l'any 1993.
- 2) Agrícola abandonat: terrenys agrícoles actualment no explotats però que encara presenten trets característics d'aquest tipus d'espai (feixes, parcel·les, etc.). Sense correspondència amb el mapa de Cobertes del sòl de l'any 1993 per a l'anàlisi de la dimensió històrica s'ha sumat al bosc de baix recobriment.
- 3) Pastures: terreny amb recobriment herbaci suficient per ésser destinat a la pastura del bestiar. Correspon a la categoria de Prats i herbassar i la de Vegetació d'aiguamolls del mapa de Cobertes del sòl de l'any 1993.
- 4) Bosc d'alt recobriment: bosc amb un recobriment arbori igual o superior al 20%. Té una correspondència directe amb el mapa de Cobertes del sòl de l'any 1993, així com amb les categories de Bosc de ribera i Reforestacions.
- 5) Bosc de baix recobriment: bosc amb un recobriment arbori entre el 5% i el 20%. Té una correspondència directe amb el mapa de Cobertes del sòl de l'any 1993. En aquesta categoria també s'inclou la categoria de Matollars.
- 6) Nuclis urbans: àrees constituïdes per construccions contínues o poc disperses. Correspon a la categoria de Zones urbanitzades del mapa de Cobertes del sòl de l'any 1993.
- 7) Infraestructures elèctriques: àrees afectades per l'establiment d'infraestructures usades per l'aprofitament hidroelèctric de la zona. Sense correspondència amb el mapa de Cobertes del sòl de l'any 1993 per a l'anàlisi de la dimensió històrica s'ha considerat com a bosc de baix recobriment.
- 8) Improductius: zones nues de vegetació generalment de caràcter natural. Correspon a les categories de Roquissars, Tarteres, Zones nues naturals, Zones nues artificials i Glaceres i Neus permanents del mapa de Cobertes del sòl de l'any 1993.

- 9) Aigües continentals: àrees ocupades per aigua com els llacs i embassaments artificials quedant-ne exclosos els cursos fluvials. Així aquesta categoria no correspon de forma exacta a la categoria homònima del mapa de Cobertes del sòl de l'any 1993.

La fotografia aèria també s'ha analitzat des d'un punt de vista detallat, la qual cosa ha permès identificar per a l'any 1956 les principals zones tallades, conreus abandonats i zones conreades amb cereals, camins i zones de bordes i cabanes.

3.3 Paisatge

El valor afegit que té qualsevol espai geogràfic a partir de la percepció de la societat no és una característica gens fàcil de mesurar. No obstant això, es poden fer diferents aproximacions quantitatives i qualitatives per considerar la seva inclusió en la presa de decisions.

Al respecte d'això, la consideració dels cinc sentits: vista, oïda, olfacte, gust i tacte, pot orientar sobre els aspectes a tractar en aquest apartat si bé en aquesta comunicació només s'ha escollit la vista com a màxim exponent a l'hora de delimitar les unitats de paisatge (MENDIZÀBAL, PÈLACHS i SORIANO, 2007).

3.3.1 Càlcul de conques visuals

A partir del mòdul d'anàlisi de visibilitats de MiraMon i el Model Digital d'Elevacions (MDE), s'han establert quins píxels són visibles i quins no des d'un conjunt de llocs d'interès que s'han seleccionat per conèixer la visibilitat. En aquest sentit s'ha distingit entre els cims que hi ha per damunt de 2.500 metres i els que hi ha per sota, els principals passos de muntanya (colls, ports, etc.) i les principals zones planes en altitud a partir de les quals s'han projectat quatre conques visuals. També s'ha realitzat una conca visual de tots els pobles habitats independentment del nombre d'habitants i des de les carreteres principals s'ha fet una conca visual cada 200 metres. L'anàlisi s'ha fet a partir de punts de vista de fins a 20 km tenint en compte un observador situat a 2 metres d'alçada.

El conjunt de conques visuals ha permès distingir entre els llocs no visibles (0) dels visibles. La suma de les diferents capes ha donat lloc al mapa de visibilitats per al conjunt de l'àmbit d'estudi.

3.3.2 Informació de base qualitativa

Juntament amb l'anàlisi de conques visuals també s'ha utilitzat informació documental que ha servit per fer un inventari patrimonial de l'àmbit d'estudi (cròniques de viatgers, llegendes, patrimoni arquitectònic destacat, festes i tradicions) (MENDIZÀBAL i PÈLACHS, 2006). A més, la fotografia aèria de l'any 1956 ha servit de base per analitzar la xarxa de camins antiga, fer un inventari de bordes, zones tallades, zones erosionades pel pas del bestiar i per tant seleccionar espais de pastura intensiva i localitzar espais agrícoles abandonats amb presència de cereals. El conjunt d'aquesta informació juntament amb el treball de camp ha servit per valorar el patrimoni cultural i comprendre millor la percepció sociocultural de l'entorn.

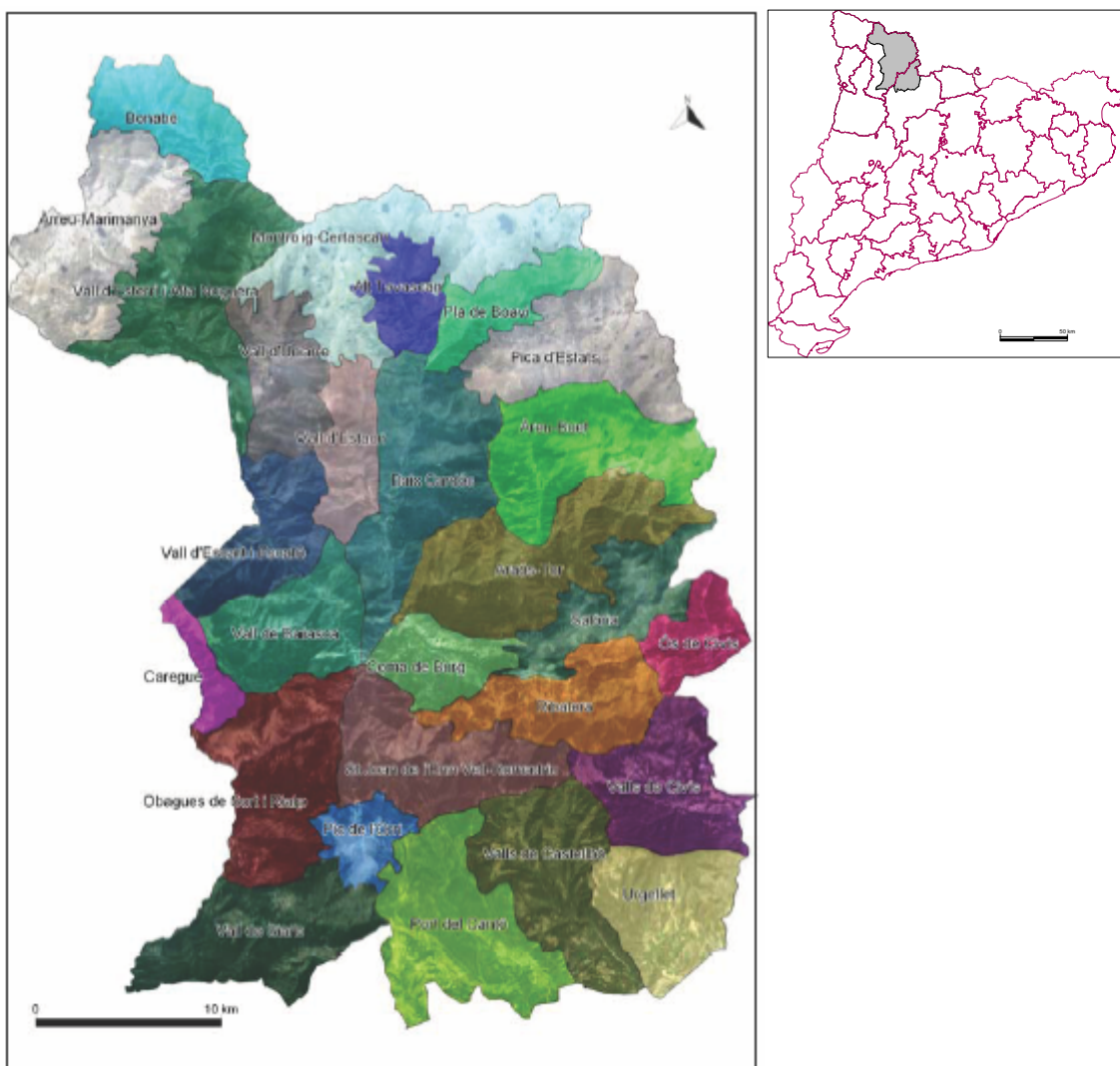
4. Resultats i discussió

4.1 El mapa d'Unitats del Paisatge (UP)

Per a la confecció de les diferents Unitats de Paisatge (UP) no totes les informacions del model GTP han tingut la mateixa importància. Així, la base de la delimitació ha estat sobretot en l'estudi del Geosistema a partir l'anàlisi clúster pel mètode de Ward, mitjançant el qual s'han pogut establir relacions de similaritat entre les diferents Tipologies Funcionals de Paisatge (TFP), podent així crear una llegenda jeràrquica fàcil de treballar a diferents escales o nivells de generalització.

Posteriorment, s'ha procedit a la identificació i caracterització de cadascuna de les TFP identificades a partir de descriure les seves característiques topogràfiques i climàtiques així com la seva distribució geogràfica. El treball de camp ha resultat imprescindible per dur a terme aquest procés i validar i afinar els límits de les TFP. A més, s'ha tingut en compte el coneixement expert sobre la dinàmica territorial de l'àmbit d'estudi de manera que les Unitats tinguin una coherència paisatgística global.

Figura 1. Mapa d'Unitats de Paisatge de l'àmbit d'estudi (UP)



Per això, inicialment, cada UP representa un mosaic de condicions funcionals (TFP), als que se'ls hi afegeixen característiques obtingudes a partir de l'anàlisi del Territori i el Paisatge. Així, pot donar-se el cas que UP identificades com a diferents tinguin un mosaic de TFP similars, però amb una dinàmica territorial o elements d'especial interès que permetin diferenciar-les geogràficament (figura 1). Aquesta informació ha estat resumida en fitxes les quals són de gran ajuda als gestors del territori per identificar i entendre el funcionament dels sistemes espai/temps de l'espai geogràfic.

4.2 L'aplicació del model GTP. Estudi de cas

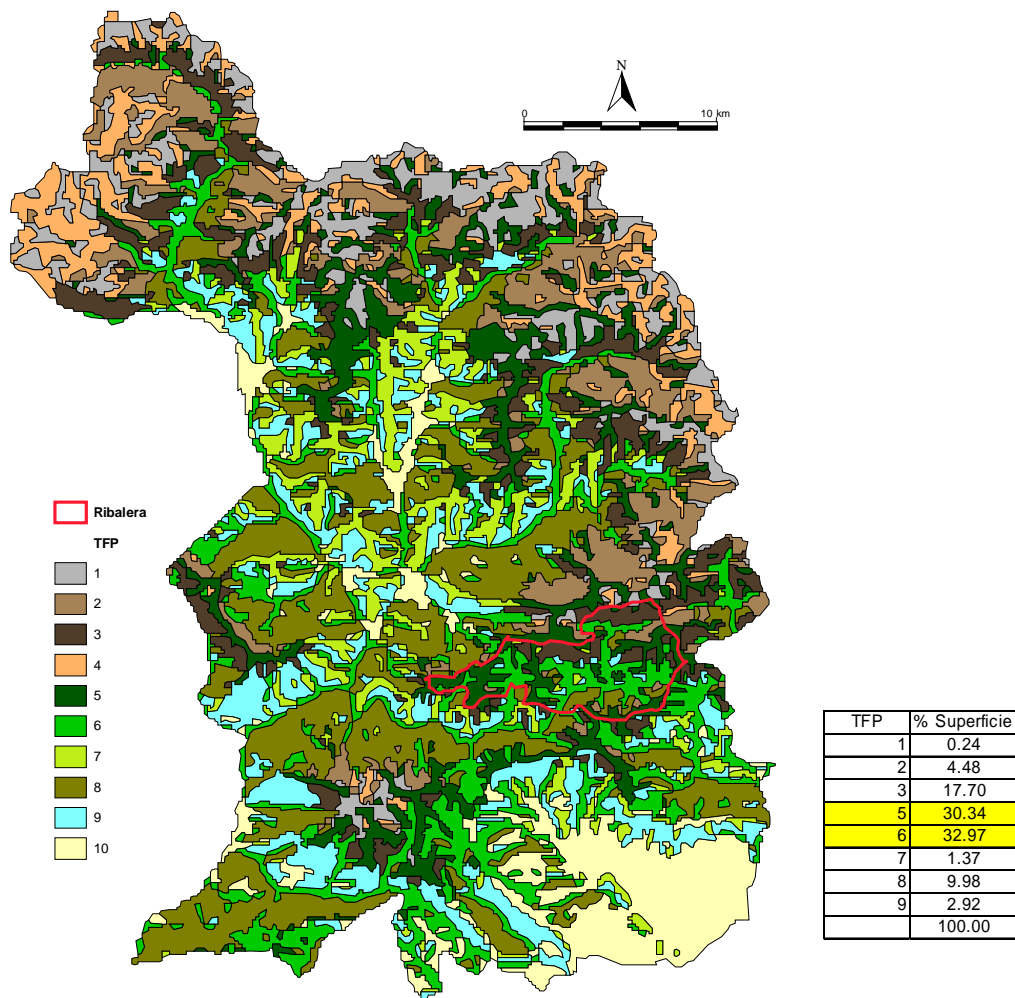
El model GTP es pot entendre molt millor a partir d'un estudi de cas. Per exemple, imaginem que els gestors volen saber si la Unitat de la Ribalera és un territori geogràfic apte per dur-hi a terme una explotació de fusta.

Per tant, en aquest cas cal agafar l'arbre com a referent i és evident que com a Geosistema és un element natural amb unes funcions determinades i particulars. Analitzant el mapa de TFP es pot observar com les TFP dominants són la cinc i la sis que representen més d'un 60% del total de superfície de la zona (Figura 2). Després d'analitzar la taula 1 res no sembla indicar que no pugui ser una zona favorable per l'explotació forestal. A més, l'hàbitat forestal principal és la pineda de pi negre (*Pinus uncinata*) (21% superfície) i l'estructura de les cobertes és estable en termes generals, ja que la taca més gran de forestal d'alt recobriment no ha experimentat canvis significatius entre l'any 1956 i l'any 1993.

Taula 1. TFP 5 i TFP6

VARIABLES	MITJANA TFP-5	MITJANA TFP-6
Àrea (ha)	13251.60	16222.70
Representativitat en àrea (%)	10.79	13.21
Altitud (m)	2124.26	1388.16
Pendent (%)	29.76	25.27
Curvatura	-0.59	0.56
Radiació Solar Real (10kj /m ² dia)	1389.08	1354.44
Amplitud Tèrmica (°C)	22.11	26.16
Precipitació Mitjana Anual (mm)	670.19	835.22
Balanç Hídric Anual (mm)	60.27	69.07
Índex de Vegetació (x100)	352.72	513.12
Temperatura Superficial Terrestre (°C)	8.53	12.51

El sistema Territorial considera l'arbre com una font de recursos i per tant, el considera com a fusta per ser tallada i venuda. Una anàlisi a les dades de la dinàmica de les cobertes entre 1956 i 1993 demostra com l'espai forestal d'alt recobriment ha disminuït mentre que el forestal de baix recobriment ha augmentat lleugerament durant aquest període (Taula 2).

Figura 2. Mapa de Tipologies Funcionals del Paisatge (TFP)

Taula 2. Dinàmica de les cobertes entre els anys 1956-1993 a la Ribalera

Cobertes	1956		1993	
	ha	%	ha	%
Agrícola	253.85	5.66	59.10	1.32
Pastures	1.122.03	25.00	1.328.05	29.59
Forestal Alt Recobriment (>20%)	2.339.26	52.13	2.250.50	50.15
Forestal Baix Recobriment (<20%)	587.94	13.10	742.30	16.54
Nuclis urbans	1.24	0.03	0.64	0.01
Improductiu	59.29	1.32	107.01	2.38
Sense Dades	124.00	2.76	0.00	0.00
TOTAL	4.487.60	100.00	4.487.60	100.00

La tendència d'aquest canvi (taula 3) explica com entre el sistema forestal d'alt i baix recobriment i les pastures és on les cobertes han tingut una major dinàmica. Per tant, aquest és un espai utilitzat per l'activitat humana amb increments i disminució de la superfície forestal durant els darrers 50 anys. L'anàlisi detallat de la fotografia aèria indica una forta presència de bordes i activitat silvícola amb la identificació de diferents tallades. L'anàlisi de les cobertes des de les mètriques de l'ecologia del paisatge conclou que les cobertes no han sofert grans canvis estructurals tret de l'agrícola, on s'ha produït

una lleugera fragmentació. La tessel·la més gran corresponent a aquesta unitat és de forestal de gran recobriment i no ha experimentat canvis significatius entre el 1956 i el 1993.

Des del punt de vista de les taxonomies territorials a nivell municipal, aquesta unitat i la veïna destaquen per una notable presència de pastures i explotacions agràries de dimensions més aviat extenses.

Taula 3. Tendència de canvi entre els anys 1956-1993 a la UP Ribalera

Canvi	Cobertes 1956	Cobertes 1993	ha	%
1	Forestal Alt Recobriment	Pastures	253.38	17.47
2	Forestal Alt Recobriment	Forestal Baix Recobriment	243.48	16.79
3	Pastos	Forestal Baix Recobriment	210.30	14.50
4	Forestal Baix Recobriment	Forestal Alt Recobriment	191.17	13.18
5	Agrícola	Pastos	178.25	12.29
6	Pastos	Forestal Alt Recobriment	125.77	8.67
7	Forestal Baix Recobriment	Pastos	118.25	8.15
8	Agrícola	Forestal Baix Recobriment	22.12	1.52
9	Pastos	Improductiu	22.05	1.52
10	Forestal Alt Recobriment	Improductiu	18.18	1.25
11	Forestal Baix Recobriment	Improductiu	17.98	1.24
12	Improductiu	Pastos	9.99	0.69
13	Agrícola	Forestal Alt Recobriment	9.09	0.63
14	Pastos	Agrícola	7.30	0.50
15	Forestal Alto Recobriment	Agrícola	6.17	0.43
16	Improductiu	Forestal Baix Recobriment	4.30	0.30
17	Agrícola	Improductiu	3.30	0.23
18	Improductiu	Agrícola	3.16	0.22
19	Forestal Alto Recobriment	Agrícola	2.45	0.17
20	Improductiu	Forestal Alt Recobriment	2.41	0.17
21	Nuclis urbans	Pastos	0.85	0.06
22	Agrícola	Nuclis urbans	0.27	0.02
23	Nuclis urbans	Agrícola	0.09	0.01
24	Pastos	Nuclis urbans	0.07	0.01
		Total	1.450.38	100.00

Ja només ens queda saber si l'arbre en el sistema Paisatge té alguna particularitat especial i pot augmentar el seu valor a partir d'adquirir diferents connotacions simbòliques que el facin diferent de la resta. En aquest cas les dades demostren com la unitat té un notable valor patrimonial i històric amb conjunts de bordes com les de Tressó i les de Civís, a més de l'ermita de Santa Magdalena, lloc de pas i d'importància patrimonial tant arquitectònica com identitària per la pobles de la zona. Des d'un punt de vista visual aquesta unitat queda allunyada de les carreteres principals i els nuclis habitats i no és fàcil de veure des de massa cims.

Per tant, la UP de la Ribalera té una clara vocació forestal i ramadera. I en cas de voler fer la tallada es recomana tenir en compte la dinàmica de les masses forestals joves (tallades l'any 1956) i la presència de les zones de pastura per no generar conflictes entre els diferents usos i activitats.

5. Conclusions

En l'estudi del paisatge l'objectiu determina l'anàlisi i per això les valoracions actuals del paisatge a partir del model proposat per Georges Bertrand (GTP) són un mètode útil per a l'organització de la informació geogràfica, tal i com s'ha demostrat per al Parc Natural de l'Alt Pirineus.

6. Agraïments

Aquest treball no hagués estat possible sense el finançament concedit pel Parc Natural de l'Alt Pirineu (2005-2006PNATAPI), el Grup de Geografia Aplicada de la Generalitat de Catalunya (2005SGR00942), el projecte sobre el “desarrollo local sostenible de las zonas de montaña en el umbral entre el abandono del territorio y la naturbanización” (MEC, SEJ2006-04009/GEOG) i el projecte “l'anàlisi de la fotografia aèria de l'any 1956 per a l'estudi dels canvis d'usos del sòl i l'impacte ambiental de l'etapa franquista al Pirineu Central Català” (AGAUR, 2005AREM10005).

7. Bibliografia

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. (1998). *Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. Rome (Italy)*. Rome (Italy), Land and Water Development Div. FAO.
- BERTRAND, C. i BERTRAND, G. (2000). “Le géosystème: un espace-temps anthropisé. Esquisse d'une temporalité environnementale”. A: BARRUÉ-PASTOR, M. i BERTRAND, G. [Eds.]. *Le temps de l'Environnement*. Tolosa, Presses universitaires du Mirail: 65-76.
- BERTRAND, C. i BERTRAND, G. (2002). *Une géographie traversière. L'environnement à travers territoires et temporalités*. Paris, éditions Arguments.
- BERTRAND, G. (2001). “Le paysage et la géographie: un nouveau rendez-vous”. *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, 50: 57-68
- DUDA, R.D. i HART, P.E. (1973). *Pattern Classification and Scene analysis*. New York: John Wiley & Sons.
- GENERALITAT DE CATALUNYA i CREAM (2001). *Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya (MCSC) 1:25.000*.
<http://mediambient.gencat.net/cat/el_departament/cartografia/fitxes/cobsol.jsp?ComponentID=5531&SourcePageID=6463#1> [30-4-2007]
- GENERALITAT DE CATALUNYA i CREAM (2001). *Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya (MCSC) 1:25.000*.
<http://mediambient.gencat.net/cat/el_departament/cartografia/fitxes/cobsol.jsp?ComponentID=5531&SourcePageID=6463#1> [30-4-2007]
- IBÀÑEZ, J. J. i BURRIEL J.A. (2006), “MCSC: a high-resolution thematic digital cartography”, *5th European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems*. Barcelona, Institut Cartogràfic de Catalunya.
- INSTITUT D'ESTADÍSTICA DE CATALUNYA (2007). *Consulta interactiva d'estadístiques. Base de dades de municipis i comarques*:
<<http://www.idescat.es/basdades/bemc/bemc.stm>> (1-06-2007)
- MENDIZÁBAL, E. i PÈLACHS, A. (2006). “La descripción de los paisajes del Pirineo catalán por algunos viajeros (1750-1950)”. A: LÓPEZ ONTIVEROS, A.; NOGUÉ FONT, J.; ORTEGA CANTERO, N. [Eds.]. *Representaciones culturales del*

- paisaje. Y una excursión por Doñana. Colección de Estudios*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid ediciones.
- MENDIZÁBAL, E., PÈLACHS, A i SORIANO, J.M. (2006). “Paisajes de Cataluña: una propuesta para su descripción y análisis”. A: PAÛL, V i TORT, J. [Eds.] *Territorios, paisajes y lugares*. Ametlla del Vallès: Publidisa.
- NINYEROLA, M. PONS, X. i ROURE, J.M (2000). “A methodological approach of climatological modelling of air temperature and precipitation through GIS techniques”. *International Journal of Climatology*, 20: 1.823-1.841.
- NORUSIS, M. (1994). *SPSS Professional statistics 6.1*. Chicago, SPSS Inc.
- PALÀ, V. i X. PONS (1995). “Incorporation of relief into geometric corrections based on polynomials”. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 61: 935-944.
- PÈLACHS, A. (2006). “Algunes reflexions sobre geografia, paisatge i geohistòria ambiental”. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 48: 179-192.
- PÈLACHS, A.; MENDIZÁBAL, E.; SERRA, J.M.; SORIANO, J.M.; SERRA, A. (en premsa). “Evaluation of protected natural reserves through GTP model. The case-study of High Pyrenees Natural Park”. A: PRADOS, M.J. i DOCTOR, A. (coord). *Naturbanización in the European Union*. London, Taylor & Francis.
- PÈLACHS, A.; SORIANO, J.M.; CUNILL, R. (en premsa). “La gestión del Parque Natural del Alt Pirineu mediante el mapa de unidades del Paisaje”. *IV Congreso Español de Biogeografía*. Ávila
- PONS, X. (2000). *MiraMon. Sistema de Información Geográfica y software de Teledetección*. Bellaterra: Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals <<http://www.creaf.uab.cat/miramon>> (25-4-2008).
- PONS, X. i SOLÉ-SUGRAÑES, L. (1994). “A Simple Radiometric Correction Model to Improve Automatic Mapping of Vegetation from Multispectral Satellite Data”. *Remote Sensing of Environment*, 47: 1-14.
- PRAT, E. (2004). *Predicción de habitats potenciales de especies forestales mediante el modelo de regresión logística*. Trabajos de alumnos del màster en Teledetección 03/04. Instituto de Estudios Espaciales. Barcelona.
- SERRA, J., NINYEROLA, M. i CRISTÒBAL, J. (en premsa). “Diseño de unidades funcionales del paisaje mediante técnicas de Teledetección y SIG”. *IV Congreso Español de Biogeografía*. Ávila
- VALOR, E., V. CASELLES, C. COLL, F. SÁNCHEZ, E. RUBIO i F. SOSPEDRA (2000). “Simulation of a medium-scale-surface-temperature instrument from Thematic Mapper data”. *International Journal of Remote Sensing*, 21: 3153-3159.
- VERA, A. (2007). *Anàlisi de l'espai econòmic Pirinenc a partir de la creació d'unitats territorials socioeconòmiques*. Tesi de doctorado. Bellaterra.